**TABLA DE CONTENIDO**

[1. Introducción 2](#_Toc533087523)

[2. Objetivo 3](#_Toc533087524)

[3. Alcance 3](#_Toc533087525)

[4. Productos Esperados 3](#_Toc533087526)

[5. Términos y Definiciones 3](#_Toc533087527)

[6. Metodología 3](#_Toc533087528)

[Bancos en el exterior 4](#_Toc533087529)

[Criterios de política 4](#_Toc533087530)

[6.1.1. De los CDS a las intensidades de *default* 4](#_Toc533087531)

[6.1.2. Obtención de la calificación 6](#_Toc533087532)

[6.1.3. Asignación de cupos de contraparte 7](#_Toc533087533)

[6.1.4. Asignación para bancos sin cotización de CDS 7](#_Toc533087534)

[7. Bibliografía 8](#_Toc533087535)

[Apéndice 1. Intensidades de *default* 9](#_Toc533087536)

[Apéndice 2. Determinación de cupos a partir del CMA 15](#_Toc533087537)

[8. HISTORIAL DE CAMBIOS 16](#_Toc533087538)

[9. APROBACIÓN 17](#_Toc533087539)

#

# INTRODUCCIÓN[[1]](#footnote-1)

El Ministerio de Hacienda y Crédito Público se encarga de la definición y administración de los riesgos asociados con las operaciones financieras que realiza la Dirección General de Crédito Público y Tesoro Nacional (DGCPTN) al invertir los excedentes de liquidez de la Nación en los mercados financieros nacionales y del extranjero. Estos excedentes se originan en sus recursos propios, los administrados y los de los Fondos Especiales administrados por ellos.

De acuerdo con la normatividad vigente la DGCPTN, a través del Comité de Activos y Pasivos, es responsable de definir las políticas de riesgo, establecer y aprobar las metodologías para el manejo del riesgo asociado a los diferentes tipos de operaciones financieras que realiza la tesorería, así como realizar el seguimiento y evaluación a la calidad crediticia de las entidades que integran el sistema financiero y aprobar los cupos para operar con los diferentes tipos de instrumentos, tanto en moneda local como en moneda extranjera, de acuerdo con los estudios técnicos realizados.

En virtud de la función antes mencionada, dentro de la DGCPTN la Subdirección de Riesgo tiene como objetivo efectuar la medición, seguimiento y control de riesgos relacionados con la evolución y el manejo de las operaciones de tesorería. Asimismo, es responsable de diseñar, proponer y controlar los límites de riesgo de contraparte, de mercado y de liquidez en las operaciones de la Dirección, así como recomendar los ajustes pertinentes.

Para esto implementa metodologías y procedimientos para la gestión del riesgo, consistentes con la regulación ordenada por la Superintendencia Financiera de Colombia a las entidades bajo su control y supervisión, y fundamentados en investigaciones sobre instrumentos de mercado y pronunciamientos en materia de riesgo realizados por otros organismos.

El presente documento tiene por objeto exponer la metodología de asignación de cupos de contraparte y definir las diferentes políticas y procedimientos para administrar y controlar de una manera eficiente el riesgo de crédito que asume el MHCP en sus operaciones de tesorería al invertir los excedentes de liquidez de la Nación. El documento consta de cuatro partes, incluida esta introducción. En la segunda sección se mencionan los antecedentes legales de la gestión de la DGCPTN en el manejo de los excedentes de liquidez. En la tercera, se presenta la metodología para la asignación, seguimiento y control de cupos de contraparte para entidades nacionales y bancos en el exterior. En la cuarta sección, se plantea el esquema para la realización del seguimiento y asignación de cupos. Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

# OBJETIVO

Establecer los cupos máximos de contraparte para que la Tesorería de la Nación pueda celebrar operaciones de inversión con entidades financieras en el exterior.

# ALCANCE

Descripción metodológica de la asignación de cupos que aplica la Subdirección de Riesgo donde se define el sistema de clasificación de las entidades sujetas a asignación de cupos.

# PRODUCTOS ESPERADOS

Con la aplicación adecuada de la metodología descrita en este documento, se espera obtener el siguiente producto:

* Cupo Máximo para celebrar operaciones de inversión con entidades financieras en el exterior.

# TÉRMINOS Y DEFINICIONES

* **Default:** Situación de impago de obligaciones de las entidades financieras.
* **CDS:** *Credit Default Swap.* Seguro que cubre a su tenedor del riesgo de impago de un préstamo o de la compra de otro producto financiero.
* **CMA:** Cupo Máximo Adminisble.
* **CPS:** Curva de Probabilidad de Solvencia.

# METODOLOGÍA

El riesgo de crédito o contraparte es la contingencia de pérdida de un recurso financiero generada como consecuencia del incumplimiento de las obligaciones contractuales de una contraparte. El riesgo de emisor, por su parte, es aquel resultante del potencial incumplimiento realizado por un emisor sobre los compromisos adquiridos en el plazo debido o pactado.

Con el propósito de obtener una aproximación a los riesgos a los que se encuentra expuesto el MHCP en sus operaciones de tesorería al invertir los excedentes de liquidez de la Nación con entidades financieras extranjeras y nacionales, y asignar los cupos de riesgo de contraparte con estas entidades, a continuación se describe la metodología que implementa la Subdirección de Riesgo:

* Verificación del cumplimiento de la normatividad vigente, las políticas de riesgo establecidas internamente por la DGCPTN y las calificaciones públicas otorgadas por las sociedades calificadores de riesgo.
* Para entidades en el exterior, se implementa un ranking por probabilidad de *default* que tiene un enfoque de mercado al considerar instrumentos financieros de riesgo crediticio.
* La determinación de la calificación de riesgo para bancos en el exterior, por su parte, se basa en la prima de los *Credit Default Swaps*, la medición de las intensidades de *default* y las calificaciones crediticias.
* Asignación de un cupo máximo de contraparte por establecimiento para el manejo de los recursos que componen el portafolio de inversión de la Tesorería y limitación de la exposición de las operaciones.

## Bancos en el exterior

Con el objetivo de asignar cupos de contraparte a entidades en el exterior, se emplea una metodología que se fundamenta en las cotizaciones de las primas de los *Credit Default Swaps* y las calificaciones crediticias, mediante la cual se determina el perfil de riesgo de crédito y contraparte de las entidades financieras. A continuación, se describen los componentes que abarcan el análisis.

### Criterios de política

En esta sección se definen las políticas para administrar y limitar el riesgo de crédito que asume el MHCP en sus operaciones de tesorería al invertir los excedentes de liquidez de la Nación con contrapartes en el exterior, consecuente con una posición de prudencia en el manejo de los recursos económicos.

Como un criterio de asignación de cupo, la metodología considera la calificación crediticia otorgada por las siguientes sociedades calificadoras de riesgo: Standard & Poors, Moody’s y Fitch, o en su defecto de la firma calificadora que las sustituya.

La institución bancaria debe contar con una calificación de riesgo vigente correspondiente a la máxima categoría para el corto plazo (A-1+) de acuerdo con las escalas usadas por las sociedades calificadoras para este plazo y contar como mínimo con la tercera calificación vigente para el largo plazo (A o su equivalente) emitida por las respectivas calificadoras. Adicionalmente, para que a una contraparte le sea asignado cupo debe contar con mínimo dos calificaciones crediticias de algunas de las calificadoras mencionadas.

### De los CDS a las intensidades de *default*

Los *Credit Default Swap* (CDS) son instrumentos financieros de riesgo de crédito. Para una explicación de cómo funcionan este tipo de instrumentos ver Apéndice 2.

La ventaja principal de los CDS es que contienen, en forma implícita, la probabilidad de incumplimiento de la contraparte. Es así que al igualar el valor presente esperado de los flujos del comprador y el vendedor del CDS se puede obtener la probabilidad de incumplimiento, o su complemento que es la probabilidad de solvencia.

Al encontrar la curva de probabilidad de solvencia (CPS), esto es la probabilidad de ser solvente a diferentes plazos, es posible estimar la probabilidad de incumplimiento. Existen varios métodos para modelar la CPS, uno de estos ampliamente utilizado se basa en el concepto de intensidad de *default* (véase el capítulo 11 de Hull, 2007). Conceptualmente, la intensidad de *default* es la probabilidad de incumplimiento, dado que la entidad ha sido solvente hasta el momento antes de presentarse el incumplimiento.

Como se aprecia en la ilustración 4, a mayor intensidad de *default* menor la probabilidad de solvencia. Todas las curvas inician en 100% (asumiendo que las entidades son solventes en el momento inicial) y decaen exponencialmente a una tasa dada por la intensidad de *default[[2]](#footnote-2)*. De lo anterior también se deduce que a mayor plazo menor es la probabilidad de solvencia y en el límite, todas las entidades incurren en incumplimiento eventualmente.

Ilustración 4. Curva de Probabilidades de Solvencia para diferentes intensidades de default

La intensidad de *default* es fundamental para la asignación de cupos de riesgo de contraparte, porque es la variable que se utiliza para ordenar los bancos de menor a mayor riesgo de crédito. La ventaja principal de dicha variable respecto a la probabilidad de *default*  es que resume la CPS en un único parámetro representativo del riesgo de crédito de la entidad.

Lo anterior es posible al utilizar un *benchmark* o referencia como criterio de discriminación del cupo, en la medida en que éste es el nivel de intensidad de *default* respecto al cual se comparan los niveles individuales para asignar los cupos de riesgo de contraparte. Se escoge un *benchmark* dinámico de intensidad de *default*, que se calcula como la mediana de las intensidades de *default* de los bancos con puntaje de calificación mínimo de 4, equivalente a una calificación crediticia de “AA-” (ver Ilustración 6) para ambas calificadoras.

El límite máximo de intensidad de *default* se encuentra utilizando una base de datos histórica de intensidades de *default* para 29 bancos y entidades financieras del extranjero. La muestra de bancos representa diversidad de calificaciones y contiene, en su mayoría, entidades de Estados Unidos y Europa. Adicionalmente, se incluyeron 4 casos de entidades que entraron en cesación de pagos[[3]](#footnote-3). El histórico se restringe de agosto de 2007 (poco más de un año antes de la quiebra de Lehman Brothers) hasta el presente.

Para hallar el límite de intensidad de *default* se calcula la mediana de las diferencias entre el benchmark ( y la mínima intensidad de *default* promedio de los bancos que entraron en quiebra. Este límite superior es de aproximadamente 1.93%, y por tanto, representa un nivel crítico de intensidad de *default* promedio para las entidades analizadas. Niveles superiores al *benchmark* más el límite superior son un claro indicio de deterioro de la calidad crediticia.

|  |
| --- |
|  |

### Obtención de la calificación

Para determinar las calificaciones, la metodología propuesta se basa en el Indicador Financiero Único (IFU), el cual será explicado en la sección 3.1.3. Así, partiendo del *benchmark* y el límite superior se define la función logística, de modo que la ecuación que asigna la calificación a partir de la intensidad de default está determinada por

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

Donde es la calificación del banco *i-ésimo*, es una constante de ajuste[[4]](#footnote-4), es la intensidad de *default*, asumiendo que es constante en el tiempo y es el *benchmark*. Al igual que en la metodología de entidades nacionales, los dos umbrales equivalentes a y son los valores crítico (alerta amarilla) y de deterioro (alerta roja), respectivamente. A continuación, se presenta un ejemplo de la función logística, con y .

Ilustración 5. Función logística para asignación de la calificación contrapartes en el exterior

Dado que mayor intensidad de *default* implica mayor riesgo de crédito, la curva logística es decreciente. Adicionalmente, hay que notar que la escala de la calificación va de 0 a 2 y que siempre se asignan al *benchmark* y al límite máximo unas calificaciones de 1 y 0.5, respectivamente. La función logística permite dividir la calificación en 4 grupos representativos[[5]](#footnote-5):

* Entre 0 y 0.5: Área de Deterioro, en la cual el riesgo de crédito es agravado.
* Entre 0.5 y 1: Área de Riesgo, en la cual el riesgo de crédito es moderado.
* Entre 1 y 1.5: Área Aceptable, en la cual el riesgo de crédito es tolerable.
* Entre 1.5 y 2: Área Sobresaliente, en la cual el riesgo de crédito es reducido.

Para reducir la volatilidad de los grupos se calcula un promedio móvil mensual de la calificación de cada entidad y se ubican los bancos en cada uno de los cuatro grupos de acuerdo al rango definido previamente. Posteriormente, a cada grupo se le asigna su respectivo cupo de riesgo de contraparte, como se indica en la siguiente sección.

### Asignación de cupos de contraparte

Para que un establecimiento bancario evaluado sea sujeto de cupo debe cumplir con ciertas condiciones mínimas basadas en las políticas establecidas en esta metodología y con la normativa vigente. De este modo, los requisitos mínimos son: i) tener un puntaje total superior a 0.5 (grupo 3), ii) tener una calificación crediticia superior a “A”, y iii) tener la máxima calificación crediticia de corto plazo.

La asignación de cupos de contraparte se realiza en términos del Cupo Máximo Admisible (CMA), definida como una medida monetaria del riesgo crediticio al que se encuentra expuesta la Tesorería en caso que las contrapartes incumplan sus obligaciones, tal como se menciona en la sección 3.1.5 y en el Apéndice.

De igual manera, para determinar el monto de los cupos de contraparte se implementa una función exponencial que relaciona el CMA máximo, el cupo para cada establecimiento bancario y la calificación obtenida mediante el modelo de las intensidades de *default*.

En síntesis, la asignación de cupos de riesgo de contraparte y en términos nominales depende tanto de las calificaciones de corto y largo plazo, como de las primas de CDS que se pagan para cubrir el riesgo de crédito de la entidad en cuestión. El *default* es un evento relativamente improbable (para bancos con una calificación alta), pero con un impacto alto sobre las operaciones que tiene la Nación con los bancos internacionales. Fijar el cupo en términos de riesgo de crédito permite modificar las condiciones de las operaciones sin alterar el riesgo asumido. En esta medida, la presente metodología es consecuente con una política prudente de manejo de riesgos.

### Asignación para bancos sin cotización de CDS

El enfoque del modelo es de mercado, por lo que la información de los CDS es esencial. Para los bancos en el exterior que no coticen CDS sólo se utiliza la calificación como criterio para la asignación del cupo de riesgo de contraparte.

La siguiente tabla muestra una escala de equivalencias entre calificaciones y puntajes:

Ilustración 6. Tabla de equivalencia entre calificaciones y puntajes

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Moody's** | **S&P y Fitch** | **Puntaje** |
| Aaa | AAA | 7 |
| Aa1 | AA+ | 6 |
| Aa2 | AA | 5 |
| Aa3 | AA- | 4 |
| A1 | A+ | 3 |
| < A1 | < A+ | 0 |

La calificación mínima para que la entidad sea sujeta de cupo es 4 en la escala de la Ilustración 6[[6]](#footnote-6).

La fórmula para la asignación del cupo preliminar es idéntica a la ecuación (9) con la diferencia que en este caso, y . El proceso siguiente para llegar al cupo en términos de exposición es igual al de los bancos que tienen cotización de CDS. Dado que los CDS son relevantes para el monitoreo del riesgo de incumplimiento y son instrumentales en la asignación del cupo, los bancos sin cotizaciones necesitan tener una calificación mínima más alta que sus pares con CDS. Adicionalmente, la única forma de acceder al cupo máximo es contar con la máxima calificación de largo plazo en ambas calificaciones.

# Bibliografía

Crosbie, P., & Bohn, J. (2003): "Modeling Default Risk. Modeling Methodology"; Moody's KMV.

Hull, J. (2007): "Options, Futures, and other Derivatives"; Séptima edición; Pearson; Prentice Hall.

Merton, R. (1973): "On The princing of corporate debt: The Risk structure of interest rates"; The Journal of Finance, 449-470.

Pineda, F. G. & Piñeros, J. H. (2009): "El indicador financiero único como mecanismo de alerta temprana: una nueva versión"; Reporte de Estabilidad Financiera.

Superintendencia Financiera de Colombia. (1995). Capítulo II: Gestión del Riesgo de Crédito. Circular Básica Contable y Financiera. Circular externa 100 .

# Apéndice 1. Intensidades de *default*

Los *Credit Default Swap* (CDS) son instrumentos financieros de riesgo de crédito. El contrato básico de un CDS funciona de la siguiente manera: un banco A posee un bono riesgoso de una entidad Z (llámese sector financiero, gubernamental o real) y para cubrirse contra el riesgo de incumplimiento de Z decide hacerle pagos periódicos al banco B, a cambio que B le reconozca una porción del nominal en exposición en caso que Z haga *default*. El esquema del CDS es muy similar a un seguro, en la medida que se intercambia un flujo periódico a cambio de protección en caso de aparición de un evento poco probable pero con un impacto significativo[[7]](#footnote-7).

La ventaja principal de los CDS es que contienen, en forma implícita, la probabilidad de incumplimiento de la contraparte (en el ejemplo anterior, la entidad Z). Al igualar el valor presente esperado de los flujos del comprador y el vendedor del CDS se puede obtener la probabilidad de incumplimiento (o su complemento, la probabilidad de solvencia) utilizando la siguiente ecuación:

|  |  |
| --- | --- |
|  | 1.
 |

Donde

* : es la prima de la cotización de CDS a un plazo de años.
* : es la frecuencia de pago de los flujos del comprador del CDS (e.g. implica pagos trimestrales y pagos semestrales).
* : es la cantidad total de flujos del CDS. Por ejemplo, si , entonces el contrato tiene un vencimiento de 5 años () y una periodicidad de pago trimestral, lo cual implica que si no se presenta el evento de impago, habrían 20 flujos del comprador al vendedor.
* : es la tasa de recuperación de la contraparte riesgosa. Por lo tanto, representa la pérdida en caso de incumplimiento, asumiendo que representa el nominal en exposición.
* : es el índice del flujo *n-ésimo* de pago del comprador de los CDS, para .
* : es el tiempo medio de incumplimiento, bajo el supuesto que el incumplimiento se produce en la mitad del intervalo entre los períodos y .
* y : son los factores de descuento de la curva sin riesgo en la misma moneda del CDS, para los períodos y . Se hallan mediante la construcción de la curva cero – cupón según las cotizaciones de los depósitos y swaps de tasa de interés[[8]](#footnote-8).
* : es el valor de la CPS (Curva de Probabilidad de Solvencia) en el período , es decir, la probabilidad de ser solvente en dicho periodo.

De todas las variables anteriormente explicadas, la única desconocida es la CPS (el conjunto de los ). De esta forma, al encontrar la probabilidad de solvencia es posible estimar la probabilidad de incumplimiento a partir de los valores de , tal que se mantenga la igualdad de la ecuación anterior.

Existen varios métodos para modelar la CPS, uno de estos ampliamente utilizado se basa en el concepto de intensidad de *default* (véase el capítulo 11 de Hull, 2007). Técnicamente, la intensidad de *default*, , en el momento se define de tal manera que sea la probabilidad de *default* entre los tiempos  *y ,* sujeto a que no hubo incumplimiento entre los tiempos y . En otras palabras, la intensidad de *default* es la probabilidad marginal de incumplimiento, asumiendo que la entidad ha sido solvente hasta un momento dado del tiempo.

Asumiendo una intensidad de *default* constante a través del tiempo , la CPS se puede modelar de la siguiente manera[[9]](#footnote-9):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

Dado el signo negativo del exponente, a mayor plazo menor es la probabilidad de solvencia. En el límite, todas las entidades incurren en incumplimiento eventualmente. A continuación, se presenta una representación gráfica de la ecuación anterior, asumiendo valores de y , y .

A continuación, se explica cómo la intensidad de *default* sirve como criterio de discriminación del cupo.

***Benchmark y límite de intensidad de default***

El *benchmark* o referencia es el nivel de intensidad de *default* respecto al cual se comparan los niveles individuales para asignar los cupos de riesgo de contraparte. Se escoge un *benchmark* dinámico de intensidad de *default*, que se calcula como la mediana de las intensidades de *default* de los bancos con puntaje de calificación mínimo de 4, equivalente a una calificación crediticia de “AA-” (ver Ilustración 6) para ambas calificadoras[[10]](#footnote-10).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

Donde es el benchmark, es la intensidad de *default* promedio del banco y es el puntaje de calificación asignado a la entidad.

Para hallar el límite de intensidad de *default* se calcula la mediana de las diferencias entre el benchmark ( y la mínima intensidad de *default* promedio de los bancos que entraron en quiebra. Este límite superior es de aproximadamente 1.93%, y por tanto, representa un nivel crítico de intensidad de *default* promedio para las entidades analizadas. Niveles superiores al *benchmark* más el límite superior son un claro indicio de deterioro de la calidad crediticia.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

***Estimación de las intensidades de default***

En este apartado se explica el origen de la ecuación [1] del presente Apéndice, a partir del arreglo del contrato de CDS y la condición de no arbitraje. Al final se expone cómo se modifica la ecuación [2] si la intensidad de *default* no es constante a través de la CPS y cómo se aplica la ecuación [1] en estos casos.

Siguiendo el ejemplo mencionado al inicio del Apéndice, suponga que el banco A tiene un bono de la entidad Z de nominal y quiere cubrirse contra el riesgo de incumplimiento de Z al firmar un contrato de CDS con el banco B. En el contrato del CDS se especifica que A debe hacer pagos periódicos cada años y hasta años, que es el plazo de vencimiento del contrato. La magnitud de los flujos del comprador es , en caso que Z no haga *default*.

Por otro lado, al igual que en un seguro estándar, el vendedor del CDS (i.e. el banco B) se compromete a pagar al banco A la porción que no recupera del nominal. Esto implica que A recibe un monto en caso que Z incumpla sus obligaciones. Un supuesto importante en el modelado del problema es que el incumplimiento sucede en el punto medio entre los flujos del comprador. Si se asume por simplicidad que el tiempo está dividido en N puntos, de tal forma que si no hay incumplimiento los flujos siguen el siguiente orden cronológico: , entonces el impago se puede presentar sólo en el medio de dichos periodos: . En forma general, los periodos de flujos son de la forma y los periodos de *default* son de la forma , con .

La condición de no arbitraje implica que el valor presente esperado de los flujos del comprador y el vendedor deben ser iguales. Si se denotan los valores presentes esperados de los flujos del comprador y el vendedor por y , entonces es claro que . Del lado del comprador, el valor esperado de los flujos descontados es:

El primer término es el flujo que paga el comprador siempre y cuando la entidad sea solvente. es el factor de descuento de cada flujo y es la probabilidad de solvencia en cada momento del tiempo. El segundo término es la porción de la prima que debe reconocer el comprador al vendedor en caso que la entidad Z haga default en el periodo . es el factor de descuento de cada flujo y denota la probabilidad de default en condicional en que la entidad ha sido solvente hasta .

Por otro lado, el valor presente esperado del único flujo del vendedor (en caso de incumplimiento de Z) es:

En esta expresión aparece nuevamente la probabilidad de default condicional en solvencia previa . Al igualar las dos ecuaciones anteriores y cancelar el nominal en exposición (el término aparece en ambos lados de la ecuación), se obtiene lo siguiente:

Al despejar el término se llega a la ecuación [1].

Anteriormente se mostró la ecuación de la CPS si la intensidad de *default* es constante a través de la curva. En caso que haya más de una intensidad de *default*, la fórmula [2] se vuelve más compleja. Por ejemplo, si hay una intensidad de default de 0 a y otra de en adelante, entonces la fórmula de la CPS de convierte en:

La fórmula anterior se puede generalizar de tal forma que, si hay n intensidades de default que actúan en los periodos , respectivamente, la ecuación general es:

Si hay x cotizaciones de primas de CDS entonces va a haber x intensidades de *default* a través de la curva. Por ejemplo, si hay cotizaciones para 1,3 y 5 años que se consideran líquidas[[11]](#footnote-12), entonces habrá 3 intensidades de *default*: para los periodos , respectivamente. En los casos que haya más de una cotización de CDS, cada cotización funciona como un contrato de plazo distinto, lo cual implica utilizar la ecuación [1] tantas veces como cotizaciones haya. El proceso para hallar las intensidades de *default* es similar al *bootstrapping* de la curva de tasas de interés[[12]](#footnote-13).

A modo ilustrativo, suponga que se tienen 3 cotizaciones de CDS: a 1, 3 y 5 años. La frecuencia de pago es trimestral ( y la recuperación es de 0.4 (. Para encontrar la primera intensidad de default () se utiliza la siguiente ecuación:

Las probabilidades de solvencia se reemplazan por , respectivamente. Dado que se conocen todos los parámetros de la ecuación anterior, excepto por , se utiliza una rutina de cálculo numérico (como Solver de Excel®) para hallar la intensidad de *default* que hace que los lados de la ecuación anterior sean idénticos. Suponga que se corrió la rutina y se halló . Esto implica que la intensidad de *default* de hoy a un año es de 1%.

Lo siguiente es utilizar la cotización a 3 años para hallar la intensidad de default que aplica de 1 a 3 años. Para llevar a cabo esta tarea se utiliza la siguiente fórmula:

Hay que notar que la ecuación es muy similar a la anterior, sólo que cambian la prima del CDS y el plazo del contrato de CDS de 4 periodos (1 año dividido en 4 trimestres) a 12 periodos (3 años divididos en 12 trimestres). Lo fundamental de esta ecuación son las probabilidades de solvencia. La fórmula en este caso es:

En la ecuación anterior se reemplaza directamente la primera intensidad de *default* por su valor de 1%. Dado que el único parámetro desconocido en este momento es , que aplica de 1 año a 3 años, se utiliza nuevamente la rutina para hallar el valor que hace que los valores descontados esperados del comprador y vendedor del CDS sea iguales. Suponga que la solución es .

Finalmente, para hallar la última intensidad de *default*, , utilizando la cotización de CDS a 5 años se hace uso de la siguiente ecuación:

Nuevamente, lo único que cambia en estas expresiones son el valor de la prima y el plazo del contrato (en el último caso son 20 periodos, correspondientes a los trimestres que hay en 5 años). La fórmula para las probabilidades de solvencia se torna un poco más compleja porque ahora hay tres tramos relevantes:

Utilizando la rutina iterativa es posible llegar al valor de la última intensidad de *default*. Asumiendo un valor encontrado , la curva de probabilidades de solvencia (CPS) resultante es la siguiente (asumiendo que está expresado en años):

Gráficamente, la curva anterior es muy similar a la Ilustración 3, con la diferencia que la intensidad cambia de acuerdo al tramo considerado. A continuación, se presenta el gráfico de la función anterior para un periodo de 10 años.

Ilustración 7. CPS con múltiples intensidades de default



De la gráfica anterior es importante notar los puntos de quiebre (1 y 3 años, indicados por las franjas rojas punteadas), en los cuales cambia la intensidad de *default*. Para la construcción histórica de las intensidades de *default* descrita anteriormente, se utilizaron precisamente las cotizaciones de 1, 3 y 5 años, teniendo en cuenta que plazos más largos conllevan menor liquidez.

# Apéndice 2. Determinación de cupos a partir del CMA

La relación entre el CMA y el cupo de riesgo para cada banco es la siguiente:

El CMA no es siempre igual a la suma del Riesgo Máximo Admisible de los bancos individuales (denotados por el subíndice ). A modo ilustrativo, suponga que el CMA es de 5 millones de dólares americanos y que muy pocos bancos cumplieron las condiciones necesarias para la asignación de cupos de riesgo, de tal forma que la suma de los cupos individuales es de sólo 3 millones de dólares. Esto implica que del cupo de riesgo total (el CMA) no se va a asignar 2 millones de dólares.

Ahora, para determinar el monto de los cupos de contraparte se implementa una función exponencial que relaciona el CMA máximo, el cupo para cada establecimiento bancario y la calificación obtenida.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

donde es el monto del cupo preliminar asignado al banco , es la calificación obtenida por cada entidad, es la calificación máxima (mínima), es el cupo máximo (mínimo) admisible.

Con respecto a las contrapartes que no tienen cotización de CDS en el mercado, la calificación mínima para que la entidad sea sujeta de cupo es 4 en la escala de la Ilustración 6[[13]](#footnote-14). La fórmula para la asignación del cupo preliminar es idéntica a la ecuación [1] con la diferencia que en este caso, y .

Para la asignación de los cupos definitivos es necesario tener en cuenta si la sumatoria de los cupos preliminares individuales es menor o igual al cupo total. Caso contrario se presenta cuando la sumatoria es mayor al CMA Total, haciéndose necesario re–escalar los cupos preliminares. Es decir,

* Si la sumatoria de los cupos preliminares individuales es menor o igual al cupo total, entonces los cupos preliminares se convierten en cupos definitivos de riesgo de crédito.

Lo anterior implica que el cupo de riesgo total puede exceder la suma de los cupos de riesgo individuales. En este caso la calidad de los bancos no es suficiente, en su conjunto, para asignar el total del cupo.

* Por otro lado, si la sumatoria de los cupos excede el cupo de riesgo total, entonces hay que re-escalar los cupos para que sumen el total necesario. Es relevante enfatizar que el proceso de re-escalamiento se da hacia abajo (asignando menores cupos de riesgo), pero no hacia arriba. Como se explica anteriormente, si la sumatoria de los cupos es menor que el cupo total, no se re-escalan los cupos individuales para que sumen el total. En este caso simplemente se asigna una porción menor del cupo total. De esta manera, el cupo definitivo si la sumatoria de los cupos de riesgo individuales es superior al Riesgo Máximo Admisible es:

Teniendo en cuenta los dos casos anteriores se llega a la fórmula general para la asignación de cupos definitivos:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

El cupo encontrado hasta este punto hace referencia a un cupo en términos de riesgo de contraparte. No obstante, es necesario establecer los cupos en términos nominales de dinero en exposición. Esta conversión es posible utilizando la primera ecuación, que muestra la relación entre exposición y riesgo de crédito. Asumiendo una de 1, se tiene que:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

donde indica la *j-ésima* operación entre el banco y la Nación, representa el plazo de cada operación. Tanto la exposición como la probabilidad de *default* dependen del plazo de la operación, en tanto que la exposición está en función del tipo de operación.

Despejando para y con , la anterior ecuación se reduce a

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

A mayor plazo de la operación menor es el monto en exposición, dado que la probabilidad de *default* es una función creciente del plazo. Debido a que el cupo de riesgo está fijo, las únicas variables que pueden ajustarse son el tipo y el plazo de la operación. El tipo de operación (i.e. *swap*, *forward*, depósito, crédito, bono, opción, etc.) afecta el nivel de la exposición, en tanto que el plazo afecta la exposición y la probabilidad de incumplimiento.

# HISTORIAL DE CAMBIOS

| **FECHA** | **VERSIÓN** | **DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO** | **ASESOR SUG** |
| --- | --- | --- | --- |
| 20-12-2018 | 1 | Creación del documento | Tatiana Santos Yate |

# APROBACIÓN

|  |  |
| --- | --- |
| **ELABORADO POR:**  | **Nombre:** María Catalina Cano Ramos**Cargo:** Contratista**Fecha:** Mayo de 2018 |
| **REVISADO POR:** | **Nombre:** Jesus David Rincon Coral**Cargo:** Profesional Especializado**Fecha:** Mayo de 2018 |
| **APROBADO POR:** | **Nombre:** Javier Andrés Cuellar Sánchez**Cargo:**Subdirector de Riesgo **Fecha:** 20 de diciembre de 2018 |

1. Documento elaborado con la colaboración de Ana Carolina Díaz Zuleta y Carlos Alejandro Núñez, bajo la dirección de Helber Alonso Melo. Se agradecen los aportes adicionales de Carlos Andrés Castellanos, Arley Molano, Jaider Ossa y Rodrigo Quintana. [↑](#footnote-ref-1)
2. Las curvas se ven relativamente “rectas”, por efecto de la baja intensidad de *default* y el corto plazo. Con mayor intensidad y plazo se puede apreciar la curvatura de la CPS. [↑](#footnote-ref-2)
3. Estas entidades son: Kaupthing Bank, Lehman Brothers, Wachovia y Washington Mutual. [↑](#footnote-ref-3)
4. La constante de ajuste se fija de tal forma que la calificación en el valor máximo $B\_{max}$ sea de 0.5. Analíticamente, $K=exp\left(\frac{B^{\*}}{1.93\%}ln\left(3\right)-1\right)$. [↑](#footnote-ref-4)
5. Estos grupos siguen el mismo esquema de Pineda y Piñeros (2009). [↑](#footnote-ref-5)
6. Por ejemplo, si un banco sin cotización de CDS tiene calificación de A1 en la escala de Moody’s y AA- en S&P, su calificación mínima es de 3, lo cual implica que el banco pasa el filtro de calificación y tiene cupo, pero el cupo va a estar congelado mientras la mínima calificación no sea igual o superior a 4. [↑](#footnote-ref-6)
7. De manera general, se considera que una firma entra en estado de insolvencia o incumplimiento, cuando no tiene los recursos económicos necesarios para cumplir o pagar el servicio de su deuda, entendiéndose por este los intereses y/o amortizaciones de la deuda que la firma debe pagar. El *default* es un evento improbable pero de alto impacto, en la media que las clausulas de vinculación por impago generalmente suscritas en los contratos de deuda aseguran que en el evento de insolvencia se declara incumplimiento sobre la deuda (Crosbie & Bohn, 2003). [↑](#footnote-ref-7)
8. Para los CDS en dólar americano (USD) se utilizaron los depósitos y swaps de la Libor y para los CDS en euro, la curva Euribor. [↑](#footnote-ref-8)
9. Si la intensidad de *default* no es constante a través de la CPS la ecuación [2] el cálculo se hace más complejo, dado que hay que preservar las intensidades respectivas en cada tramo de la curva. [↑](#footnote-ref-9)
10. La mediana es una medida preferida respecto a la media, porque esta última se ve sesgada frecuentemente por valores extremos. [↑](#footnote-ref-10)
11. En este caso, liquidez hace referencia a un volumen mínimo de transacciones en el mercado. [↑](#footnote-ref-12)
12. El bootstrapping es una metodología para encontrar la curva cero cupón a partir de cotizaciones de mercado que pueden tener cupones (especialmente si son mayores a un año). Se trata de encontrar las tasas de manera iterativa, utilizando las anteriores para hallar las siguientes, y así sucesivamente. [↑](#footnote-ref-13)
13. Por ejemplo, si un banco sin cotización de CDS tiene calificación de A1 en la escala de Moody’s y AA- en S&P, su calificación mínima es de 3, lo cual implica que el banco pasa el filtro de calificación y tiene cupo, pero el cupo va a estar congelado mientras la mínima calificación no sea igual o superior a 4. [↑](#footnote-ref-14)